

تأثیر وضعیت درز سرد بر مقاومت بتن

محمدحسین جعفری

گروه عمران، واحد تفت، دانشگاه آزاد اسلامی، تفت، ایران

رضا پورحسینی*

دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه یزد، یزد، ایران

محمدعلی دشتی رحمت آبادی

استادیار گروه عمران، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

چکیده

در اجرای سازه‌های بتنی، زمان تأخیر و عدم ترتیب مناسب در بتن ریزی منجر به ایجاد درز سرد گشته که بر مقاومت بتن تأثیرگذار خواهد بود. بررسی تأثیر وضعیت درز سرد می‌تواند از کاهش شدید مقاومت بتن جلوگیری کند. در این تحقیق تأثیر زاویه و زمان تأخیر ایجاد درز سرد بر مقاومت بتن به صورت آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌ها بر روی نمونه‌های مکعبی با مقاومت مشخصه فشاری، نسبت آب به سیمان و میزان کارایی به ترتیب معادل ۳۰ مگاپاسکال، ۰/۵ و ۷ سانتیمتر انجام شد. در این آزمایش‌ها، درز سرد با زوایای ۰، ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۹۰ درجه نسبت به افق و زمان‌های تأخیر ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه انتخاب گردیدند. سپس مقاومت‌های فشاری تک محوری و کرنش‌های نمونه‌ها به صورت همزمان اندازه‌گیری شدند. بر اساس نتایج آزمایش‌ها رابطه معناداری بین مقاومت فشاری بتن و زوایا و زمان تأخیر درز سرد مشاهده شد؛ بطوریکه مناسب‌ترین زاویه درز سرد صفر درجه و نامناسب‌ترین زاویه ۴۵ درجه نسبت به افق است که به ترتیب بیشترین و کمترین مقاومت فشاری را دارند.

واژه‌های کلیدی: درز سرد، مقاومت فشاری بتن، زمان تأخیر بتن‌ریزی، زاویه درز سرد.

* نویسنده مسئول: r_Porhoseini@yazd.ac.ir

۱- مقدمه

مهم‌ترین و ارزشمندترین عامل در صنعت ساختمان بالا بردن کیفیت ساخت و استانداردسازی با هدف مقاوم بودن ساختمان‌ها است و وجود درز سرد در زمان اجرا بر مقاومت بتن تأثیر خواهد داشت، لذا تلاش برای ایجاد راهکارهای لازم جهت جلوگیری از کاهش مقاومت بتن ناشی از درز سرد امر مهمی بوده که باید مورد توجه قرار گیرد؛ تحقیقات انجام شده در باب موضوع مورد مطالعه از دیرباز تحت شرایط خاصی صورت گرفته است.

زنا ولید عباس (۲۰۱۱) مشاهده نمود در تحقیق‌های انجام شده بر روی تیرهای بتن آرمه وجود درز سرد بر ظرفیت باربری تیرها تأثیر گذاشته و آن‌ها را با کاهش باربری مواجه می‌نماید، به طوری که در درزهای اجرایی شیب دار بیشترین ظرفیت باربری مربوط به زاویه شیب کمتر نسبت به قائم بوده و درز سرد قائم نسبت به سایر درزها بر ظرفیت باربری تأثیر کمتری داشته و نیز کمترین ظرفیت باربری در زاویه ۴۵ درجه شکل می‌گیرد [۱۱].

راسی و کلیس (۲۰۱۳) اعلام نمودند درز سرد بر مقاومت بتن تأثیر گذاشته و باعث کاهش آن می‌گردد به طوری که مقاومت بتن تا زمان گیرش اولیه افزایش و بعد از آن رو به کاهش بوده که این موضوع به دلیل تغییر آب انداختگی و نیز اثر فعل و انفعالات شیمیایی تا زمان گیرش اولیه یا زمان هیدراسیون می‌باشد که در خصوص سه نوع بتن سخت شده، بتن سخت شده حاوی کندگیر کننده و بتن تازه این تحقیق صورت گرفت [۱۰].

در این مطالعه و تحقیق با شبیه سازی نمونه‌های بتنی تأثیر زاویه سطح درز سرد و تأخیر زمانی در مراحل بتن ریزی بر مقاومت بتن که کمتر مورد توجه محققان قرار گرفته است، بررسی می‌شود و پرداختن به این موضوع هدف اصلی تحقیق حاضر است.

باتوجه به آنچه بیان شد، در امر تحقیق صورت گرفته این سؤال اساسی مطرح می‌شود که چگونه وضعیت مناسب درز سرد را جهت جلوگیری از کاهش مقاومت بتن تعیین نمود؟ و تحقیق حاضر بر اساس بررسی و تحقیق‌های آزمایشگاهی در جستجوی پاسخ سؤال بیان شده است.

۲- مطالعات آزمایشگاهی

۲-۱- مصالح مصرفی

در این مطالعات از سیمان پرتلند نوع ۲ نائین برای ساخت نمونه‌ها استفاده شده است که بر اساس آزمایش گیرش و نرمی سیمان،

نظر به اهمیت موضوع یکپارچگی بتن ریزی در سازه و دشوار بودن آن و نیز ضرورت درزهای ساختمانی یا اجرایی در سازه و همچنین وابسته بودن مقدار بتن ریزی به ظرفیت اختلاط تولید بتن لذا اجرای بتن ریزی به صورت یکپارچه و دائمی غیر عملی است [۱ و ۲].

بحث تأخیر در ساخت پیمانته بتن ریزی باعث سفت شدگی سطح اولیه و ایجاد یک سطح سست و یا ناپیوسته گردیده و به درز سرد موسوم است، که برای جلوگیری از عدم ضعف پیوند لایه‌ها باید اقداماتی اصلاحی قبل از بتن ریزی لایه‌های بعدی در نظر گرفته شود. به منظور جلوگیری از تشکیل درز سرد باید بتن ریزی قبل از سفت شدگی یا گیرش اولیه به صورت پیوسته ادامه یابد. باتوجه به وجود تأخیرات طولانی مدت، نگه داشتن بتن باید با بیره زنی مناسب در فواصل معین انجام شود. زمانی که در اثر عدم تکمیل بتن ریزی در یک نوبت و یا تأخیر زمانی بین اختلاط و بتن ریزی درز سرد ایجاد می‌شود مهم‌ترین مشکل احتمال نفوذ رطوبت به داخل بتن و در نتیجه افت بتن بوده و مقاومت نهایی تحت تأثیر قرار می‌گیرد [۶].

امروزه در صنعت ساختمان استفاده از شیوه‌های اجرای صحیح بتن ریزی بر اساس ضوابط و آئین‌نامه‌ها جهت بالا بردن کیفیت و نیز کاهش ریسک در مقاومت سازه امری ضروری بوده و لذا مسئله درز سرد که در مراحل اجرای کار ایجاد می‌شود موضوعی مهم به شمار رفته و ناشی از تأخیر در مراحل یکپارچگی بتن ریزی و زمان ماندگاری بتن در کارگاه بوده که این موضوع یکی از اساسی‌ترین مسائلی است که همواره در کارگاه‌های ساختمانی مطرح شده، زیرا وضعیت درز سرد تأثیر زیادی بر مقاومت بتن داشته و می‌تواند با به کارگیری زمان مناسب در روند اجرای لایه‌های بتن و نیز پیش بینی زوایای سطوح بتن ریزی جهت اتصال مناسب لایحه‌های بعدی بتن، از کاهش مقاومت ناشی از درز سرد به طور چشمگیری جلوگیری نمود و در این راستا با استفاده از زمان و زوایای بهینه به این مهم دست یافت. بنابراین انجام تحقیق در این زمینه به منظور روشن ساختن وضعیت درز سرد در کارگاه که امری اجتناب ناپذیر است جهت بهبود مقاومت بتن ضروری است و به این ترتیب می‌توان با به کارگیری نتایج این تحقیق اثرات نامناسب درز سرد که بر مقاومت بتن وارد می‌آید را به حداقل رسانده و رابطه زمانی مناسبی را برای ایجاد بتن ریزی یکپارچه و زمان ماندگاری بتن در کارگاه را جهت مناسب‌ترین مقاومت به کار گرفت. نظر به این که

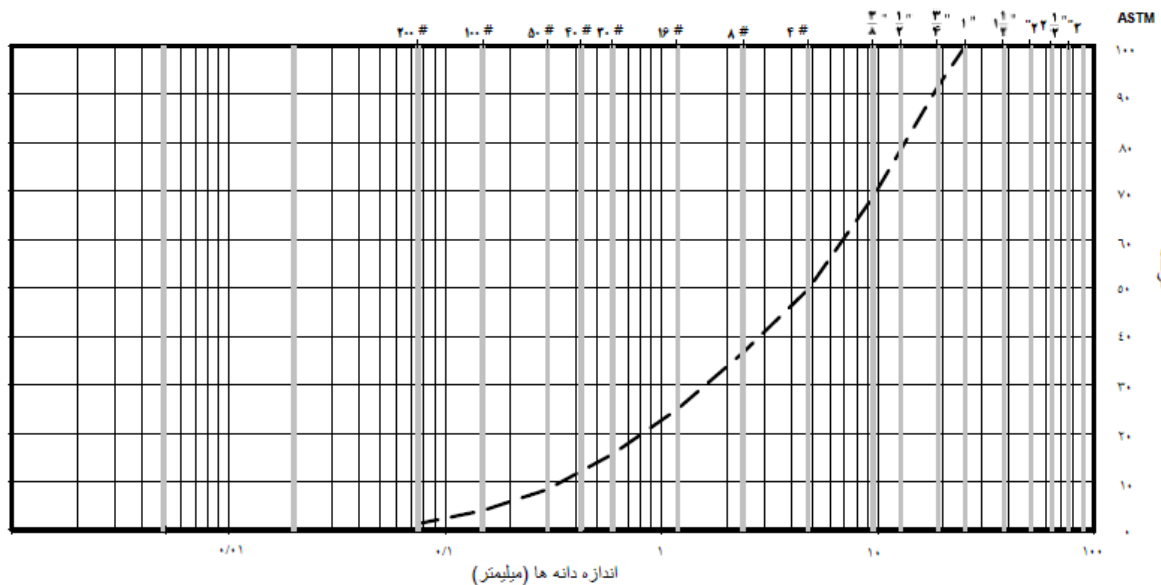
تأثیر وضعیت درز سرد بر مقاومت بتن ...

میزان گیرش اولیه و نهایی به ترتیب معادل ۹۰ و ۲۱۰ دقیقه و نرمی سیمان ۳۳۸۰ سانتیمتر مربع بر گرم به دست آمده است. ماسه تهیه شده از نوع طبیعی و شن تهیه شده از نوع شکسته به صورت شن بادامی با حداکثر اندازه دانه‌های ۲۵ میلیمتر و شن نخودی ۹/۵ و ۱ و شکل ۱ آورده شده است [۱ و ۲].

جدول ۱- نتایج آزمایش‌های مصالح سنگی مصرفی

وزن واحد حجم (ASTM-C29)		وزن مخصوص و جذب آب (ASTM-C127,128)				تطویل و تورق (BS 812)		شکستگی در یک جبهه مصالح روی الک شماره ۴ (ASTM) (D5821) درصد	افت وزنی در مقابل سایش به روش لوس آنجلس (ASTM C131)			هم ارز ماسه‌ای (ASTM) D2419 (C136) درصد	ضریب نرمی ماسه (ASTM) (C136)	مشخصات نمونه	
مخلوط درشت دانه مترامک g/cm^3	غیر مترامک g/cm^3	مترامک g/cm^3	جذب آب (درصد)	حقیقی	SSD	ظاهری	تطویل (درصد)		تورق (درصد)	سایش (درصد)	تعداد دور دستگاه در دقیقه				نوع دانه بندی
۱/۵۹۸	۱/۴۳	۱/۵۴	۰/۷	۲/۶۴۸	۲/۶۶۷	۲/۶۹۸	۲۷	۱۵	۱۰۰	۲۲	۵۰۰	A	-	-	شن بادامی
	۱/۴۵	۱/۵۶	۰/۹	۲/۶۳۸	۲/۶۶۱	۲/۷۰۱	۲۸	۱۹	۱۰۰	۲۰	۵۰۰	C	-	-	شن نخودی
-	۱/۶۳	۱/۷۷	۱/۴	۲/۶۱۷	۲/۶۵۳	۲/۷۱۵	-	-	-	-	-	-	۸۹	۳/۰۱	ماسه شسته

SSD: وزن مخصوص اشباع با سطح خشک



شکل ۱- نمودار دانه بندی مخلوط مصالح سنگی

در این تحقیق از بتن با مقاومت مشخصه ۲۸ روزه ۳۰ مگاپاسکال و قالب‌های مکعبی ۱۵×۱۵×۱۵ سانتیمتر و نحوه ریختن و مترامک نمودن بتن در قالب‌ها طبق استاندارد BSEN12350-1 بوده و نیز منبع آب مصرفی از آب شرب و نیز از اسلامپ ۱۰-۶ سانتیمتر و نسبت اختلاط مصالح سنگی در طرح برای شن ۲۵ میلیمتر و شن ۹/۵ میلیمتر و ماسه شسته به ترتیب ۳۰، ۲۰ و ۵۰ درصد به عنوان مشخصات طرح اختلاط به روش ACI در نظر گرفته شده است [۳] و [۵]. اوزان مصالح تشکیل دهنده یک متر مکعب بتن تازه در شرایط کاملاً خشک مصالح سنگی در جدول ۲ به روش وزنی نشان داده شده است. آزمایش‌های انجام شده بر روی بتن تازه شامل آزمایش اسلامپ بتن طبق استاندارد BSEN12350-2 و تهیه نمونه‌های

استاندارد مکعبی ۱۵×۱۵×۱۵ سانتیمتر و نحوه ریختن و مترامک نمودن بتن در قالب‌ها طبق استاندارد BSEN12350-1 بوده و نیز آزمایش‌های بتن سخت شده پس از عمل‌آوری شامل اندازه‌گیری مشخصات فیزیکی نمونه‌ها و وزن مخصوص طبق استاندارد BSEN12390-2 و تعیین مقاومت فشاری نمونه‌ها در سن ۲۸ روزه طبق استاندارد BSEN12390-3 می‌باشد [۷].

همچنین میزان کرنش شکست نمونه‌ها نیز در حین آزمایش مقاومت فشاری با استفاده از گیج کرنش اندازه‌گیری گردید. مشخصات طرح بر اساس نتایج آزمایش‌های انجام شده بر روی بتن تازه و سخت شده نمونه‌های شاهد در جدول ۳ آمده است.

- در حالتی که مصالح سنگی کاملاً خشک باشد (به روش وزنی)
- طرح اختلاط بتن با مقاومت درخواستی ۳۰ مگاپاسکال روی نمونه استاندارد مکعبی ۱۵×۱۵×۱۵ سانتی متر انجام شده است.

جدول ۲- اوزان مصالح در یک متر مکعب بتن تازه برحسب کیلوگرم نیرو

شن	شن بادامی	شن نخودی	ماسه شسته	سیمان تیپ ۲ نائین	آب اختلاط	جذب آب مصالح سنگی
۵۵۰	۳۶۵	۹۱۰	۳۷۰	۱۸۵	۲۰	

جدول ۳- مشخصات طرح بتن و نتایج مقاومت بتن در سن ۲۸ روز

نتایج آزمایش مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن	وزن واحد حجم بتن تازه (KN/m ³)	نسبت آب به سیمان (W/C)	حباب هوای بتن (%)	افت بتن (cm)	مقاومت	وزن مخصوص
					MPa	KN/m ³
۳۳/۵	۲۴	۰/۵	۱/۵	۷	۶/۰۶ × ۱۰ ^{-۲}	۲۴/۲
۳۴/۳					۵/۹۳	۲۴/۳
۳۴/۲					۵/۷۳	۲۴/۳

۲-۲- شرایط کار آزمایشگاهی

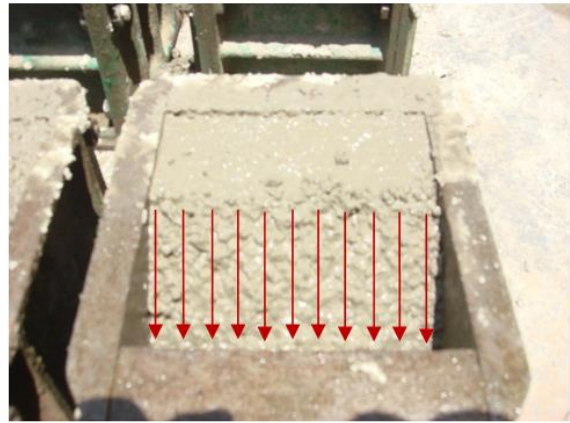
استفاده، ضمن تمیز کردن و روغن کاری برای بتن ریزی آماده گردید. پس از تکمیل مراحل دولایه بتن ریزی و لحاظ نمودن شرایط نگهداری و مرطوب نگهداشتن آن در محل بعد از ۲۴ تا ۴۸ ساعت باز و به حوضچه آب برای مدت ۲۸ روز و در دمای محیط ۲۳±۲ درجه سانتیگراد منتقل شده است [۱] و [۴].

بتن ریزی درون قالب‌ها در هر لایه سه مرحله و هر مرحله ۳۵ ضربه بر اساس استاندارد BS انجام شده و نظر به این که در این تحقیق از زوایای مختلف جهت ایجاد درز سرد بین دو لایه استفاده شده، لذا شابلن‌هایی با اسکلت *MDF* و مش پلاستیکی ۵×۵ میلیمتر جهت ایجاد زاویه درز و تحت زوایای ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۹۰ درجه به کار رفته است. تصاویر شابلن‌ها و نحوه اجرای درز سرد در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است.

جهت اختلاط و ساخت بتن از دستگاه بتن ساز ۶۰ لیتری در آزمایشگاهی فنی و مکانیک خاک استان یزد استفاده شده و با توجه به ظرفیت دستگاه از دو سری حجم بتن نمونه آزمایشی به میزان ۰/۰۴ و ۰/۰۵ متر مکعب به کار گرفته که در پنج مرحله زمانی ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه نسبت به تکمیل قالب‌ها اقدام شده که در هر مرحله ساخت بتن و قبل از پر کردن قالب‌ها آزمایش اسلامپ و تعیین وزن مخصوص با ظرف مخروط ناقص انجام شده است؛ ضمناً در فاصله زمانی بین دو لایه بتن ریزی، دستگاه در حال مخلوط کردن بتن بوده و انجام کار آزمایشگاهی در درجه حرارت محیطی آزاد بین ۲۳ تا ۲۹ درجه سانتیگراد صورت گرفته است. قالب‌های مکعبی ۱۵×۱۵×۱۵ سانتیمتر به کار گرفته شده قبل از



شکل ۲- شابلن‌های ایجاد درز با زوایای مختلف



شکل ۳- اجرای درز در نمونه‌ها

۳-۲- دقت نتایج آزمایشگاهی

شده است. با بررسی و تحلیل ناشی از اثر متغیرهای زاویه و زمان مشاهده می‌شود که افزایش مقاومت فشاری بتن برای زوایای درز سرد کمتر از ۴۵ درجه با شدت بالاتری نسبت به زوایای بیشتر از ۴۵ درجه صورت می‌گیرد که به دلیل میزان تغییر آب انداختن و تبخیر و کاهش W/C می‌باشد.

همچنین مقاومت فشاری بتن تا مرحله زمانی گیرش اولیه افزایش و بعد از آن رو به کاهش است که این موضوع به دلیل اثر فعل و انفعالات شیمیایی تا زمان گیرش اولیه یا زمان هیدراسیون خواهد بود.

در تعیین ابعاد و وزن نمونه‌ها در آزمایشگاه، دقت ابعاد به میلی‌متر و دقت وزن تا ۰/۰۱ کیلوگرم و دقت دستگاه بارگذاری تا ۱۰ کیلوگرم و ضمناً دستگاه بارگذاری هیدرولیکی از نوع دیجیتال تمام اتوماتیک و محدوده سرعت بارگذاری طبق استاندارد $BSEN12390-3$ بین ۰/۴ تا ۰/۸ مگاپاسکال در ثانیه به کار گرفته شده و نیز دقت قرائت گیج کرنش ۰/۰۱ میلی‌متر بوده است. قابلیت تکرار در نمونه‌های به کار گرفته شده برای مراحل زمانی ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه و زوایای صفر، ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۹۰ درجه در هر مرحله زمانی و هر زاویه مورد نظر ۴ نمونه است که می‌تواند شرایط قابلیت تکرار مناسبی را داشته باشد.

۳-۲- کرنش شکست نمونه‌ها

نتایج مقادیر کرنش شکست نمونه‌ها تحت متغیرهای زاویه و زمان در جدول ۵ و شکل ۵ نشان داده شده است. بر اساس نتایج آزمایشگاهی نمی‌توان تأثیری را ناشی از زاویه و زمان درز بر کرنش شکست مشاهده نمود.

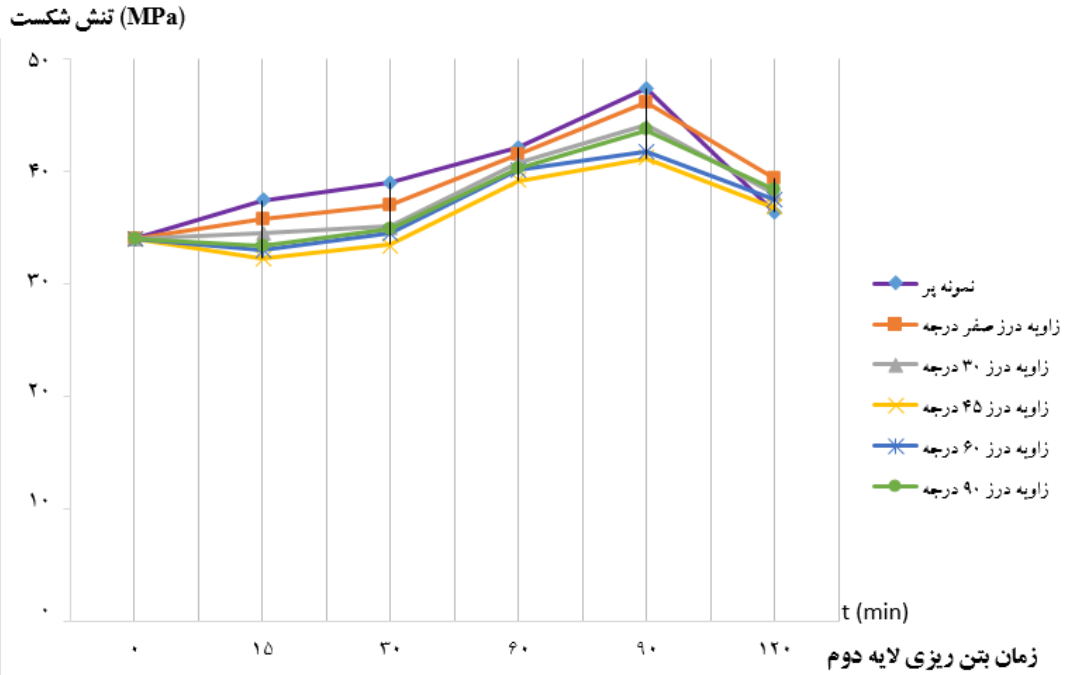
۳- نتایج آزمایش‌ها و محاسبات

۳-۱- مقاومت فشاری نمونه‌ها

نتایج مقاومت فشاری ۲۸ روزه نمونه‌ها بر اساس متغیرهای زاویه درز سرد و زمان ریختن لایه دوم در جدول ۴ و شکل ۴ نشان داده

جدول ۴- میانگین مقاومت فشاری نمونه‌های ۲۸ روزه (MPa)

زمان (min)	نمونه پر	صفر درجه	سی درجه	چهل و پنج درجه	شصت درجه	نود درجه
۰	۳۴/۰	۳۴/۰	۳۴/۰	۳۴/۰	۳۴/۰	۳۴/۰
۱۵	۳۷/۴	۳۵/۸	۳۴/۵	۳۲/۳	۳۳/۰	۳۳/۴
۳۰	۳۹/۰	۳۷/۰	۳۵/۱	۳۳/۵	۳۴/۵	۳۴/۹
۶۰	۴۲/۱	۴۱/۵	۴۰/۸	۳۹/۲	۴۰/۱	۴۰/۳
۹۰	۴۷/۴	۴۶/۲	۴۴/۱	۴۱/۲	۴۱/۸	۴۳/۷
۱۲۰	۳۶/۴	۳۹/۴	۳۸/۰	۳۶/۸	۳۷/۵	۳۸/۴

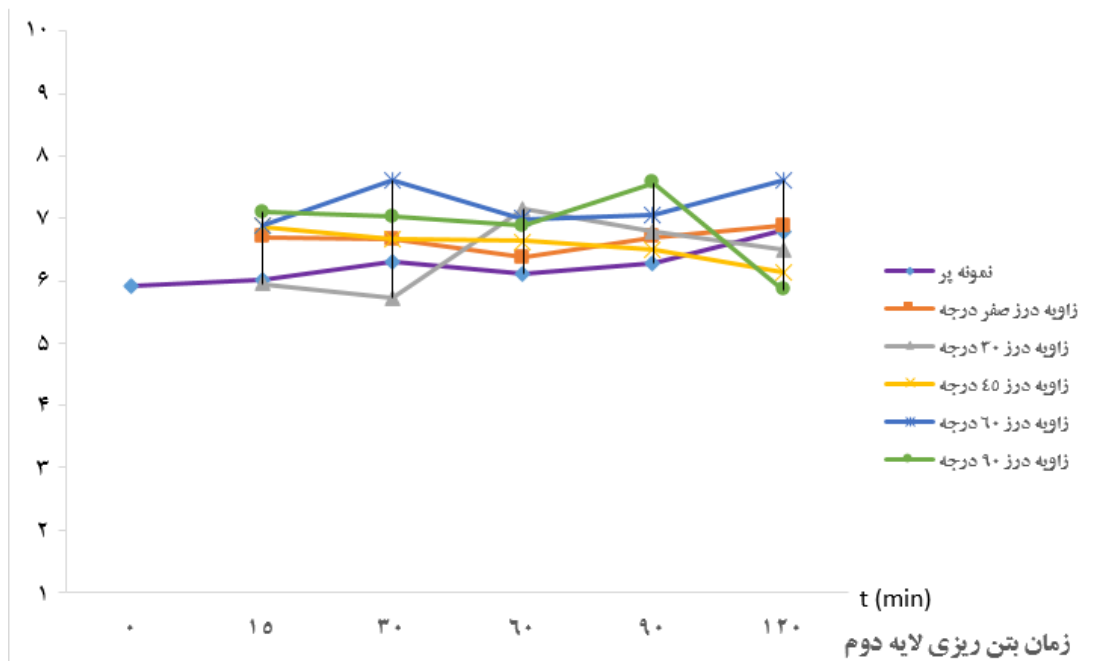


شکل ۴- نمودار مقاومت - زمان

جدول ۵- میانگین کرنش شکست نمونه‌ها ی ۲۸ روزه (درصد)

نود درجه	شصت درجه	چهل و پنج درجه	سی درجه	صفر درجه	نمونه پر	زمان (min)
-	-	-	-	-	۵/۹۱	۰
۷/۱۱	۶/۸۹	۶/۸۷	۵/۹۵	۶/۶۹	۶/۰۱	۱۵
۷/۰۲	۷/۶۰	۶/۶۷	۵/۷۳	۶/۶۷	۶/۳۰	۳۰
۶/۸۹	۶/۹۹	۶/۶۳	۷/۱۵	۶/۳۸	۶/۱۰	۶۰
۷/۵۶	۷/۰۵	۶/۵۰	۶/۷۹	۶/۶۹	۶/۲۷	۹۰
۵/۸۵	۷/۶۱	۶/۱۳	۶/۴۹	۶/۸۸	۶/۸۰	۱۲۰

کرنش شکست $\epsilon_u (\times 10^{-3})$



شکل ۵- نمودار کرنش - زمان

۴- نتیجه گیری

در این تحقیق به بررسی زاویه و زمان تشکیل درز سرد بر اساس ساخت قالب‌های بتنی مکعبی و انجام آزمایش‌های مقاومت فشاری بتن و کرنش شکست ۲۸ روزه و نیز کنترل محاسباتی مقادیر C و Φ در محل درز سرد پرداخته شده است و ضمن تحلیل اطلاعات به دست آمده، نتایج حاصل از یافته‌ها ارائه می‌گردد.

- نتایج حاصل از زاویه درز سرد نشان می‌دهد که افزایش مقاومت بتن برای زاویه درز سرد کمتر از چهل و پنج درجه با شدت بالاتری نسبت به زوایای بیشتر از چهل و پنج درجه صورت می‌گیرد.
- نظر به این که نتایج نشان داد که وضعیت درز سرد بر مقاومت بتن تأثیر دارد لذا لحاظ نمودن مناسب‌ترین زاویه درز و زمان تشکیل درز دو پارامتر اساسی در تعیین مقاومت مطلوب بتن بوده و با در نظر گرفتن این پارامترها در حین اجرا می‌توان به وضعیت مناسب درز سرد دست یافت.
- نتایج نشان داد که رابطه‌ای بین مقاومت بتن و زمان‌های مختلف تشکیل درز سرد وجود داشته به طوری که مقاومت بتن تا زمان گیرش اولیه افزایش و بعد از آن رو به کاهش است.

تشکر و قدردانی

از مدیریت محترم بانک تجارت و آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان یزد که همکاری صمیمانه‌ای در جهت اجرای این پژوهش به عمل آوردند، قدردانی می‌گردد.

۵- مراجع

- [۱]. باقری، علیرضا، ایراجیان، محمود. "طرح اختلاط بتن طبق آئین نامه بتن آمریکا"، چاپ اول، تهران: انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۷۸.
- [۲]. طسوجی، محمد ابراهیم. "طرح و کنترل مخلوطهای بتن"، چاپ سوم، تهران: انتشارات میقات، ۱۳۶۶.
- [۳]. مستوفی نژاد، داود. "تکنولوژی و طرح اختلاط بتن"، چاپ دوم، اصفهان: انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۸۲.
- [۴]. معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. "آئین نامه بتن ایران «آبا»"، نشریه شماره ۱۲۰، تجدیدنظر اول، ویرایش

۳-۳- مقادیر C و Φ در محل درز سرد

بر اساس محاسبات تئوریک و روابط دوران تنش و موهر کولمب جهت تعیین مقادیر C و Φ اقدام شده است. به طوری که با داشتن مقادیر مقاومت فشاری نمونه در لحظه گسیختگی در محل درز سرد و تصویر نمودن آن با استفاده از دوران تنش نسبت به محاسبه σ_n و τ بر اساس روابط ۱ و ۲ اقدام و با استفاده از دو زاویه درز سرد با زمان تأخیر مشخص و جاگذاری در رابطه ۳ که رابطه موهر کولمب می‌باشد، به دو معادله و دو مجهول دست یافته که با حل دستگاه معادلات مقادیر C و Φ قابل محاسبه است که نتایج محاسبه شده در جدول ۶ درج گردیده است.

$$\sigma_n = \sigma \sin^2 \theta \quad (1)$$

$$\tau = \sigma \sin \theta \cos \theta \quad (2)$$

$$\tau_f = c + \sigma_n \tan \Phi \quad (3)$$

که در روابط فوق σ مقاومت فشاری نمونه در لحظه گسیختگی در محل درز سرد و تحت زاویه و زمان تأخیر مشخصی بوده و بر حسب مگاپاسکال است و τ تنش برشی وارده بر سطح گسیختگی بر حسب مگاپاسکال و σ_n تنش عمود بر سطح گسیختگی بر حسب مگاپاسکال و τ_f تنش برشی گسیختگی و نیز Φ زاویه اصطکاک داخلی بتن که به شکل و سطح دانه‌ها بستگی دارد و C مقاومت چسبندگی در محل درز سرد و بر حسب مگاپاسکال و θ زاویه سطح درز سرد با امتداد قائم یا جهت اعمال نیرو بر حسب درجه می‌باشد.

جدول ۶: پارامتر C و Φ نمونه‌ها

زمان min	زاویه درز با جهت اعمال نیرو (درجه)		مقادیر C و Φ		زمان min
	θ_1	θ_2	$\tan \Phi$	c	
۱۵	۳۰	۴۵	۰/۱۶	۱۳۵/۵	۹۰
۳۰	۳۰	۴۵	۰/۲۱	۱۳۴/۹۲	۱۲۰
۶۰	۳۰	۴۵	۰/۲۳	۱۵۵/۷۶	

باتوجه به مقادیر به دست آمده در جدول ۶، مقاومت چسبندگی C تا زمان گیرش اولیه افزایش و پس از آن کاهش یافته و در زاویه اصطکاک داخلی Φ تغییرات شدیدی مشاهده نمی‌شود که این موضوع می‌تواند به دلیل تغییر آب انداختگی و اثر فعل و انفعالات شیمیایی تا زمان گیرش اولیه باشد.

سوم، چاپ هفتم، انتشارات دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، ۱۳۸۳.

[۵]. معاونت مسکن و ساختمان وزارت راه و شهرسازی. "طرح و اجرای ساختمانهای بتن آرمه"، مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران، چاپ هشتم، انتشارات دفتر مقررات ملی ساختمان، ۱۳۸۸.

[6]. Amitha, N.R., Vidyadhara, H.S., Sashidhar, C. "Effect of improper casting sequence on Compressive strength", Indian concrete journal, January, pp 30-40, 2012.

[7]. BSEN 12390-3. "British standard", 2009.

[8]. Fintel, M. "Joints in Buildings, Hand book of concrete Engineering", 2nd Edition, pp.121, 1985.

[9]. Grant, T. Halvorsen, Randall, W. Poston. "Joints in concrete construction", American concrete Institute, ACI224.3R-95, August 1, pp.1-44, 1995.

[10]. Rathi, V.R., Kolase, P.K. "Effect of cold joint on strength of concrete", International journal of Innovative research in science, Engineering and Technology, Vol. 2, Issue9, India, 2013.

[11]. Zenawaleed, A. "Effect of construction Joints on performance of reinforced concrete Beams", AL-Khwarizmi Engineering Journal. Vol. 8, No. 1, Iraqi, pp.48-64, 2012.

Effect of Cold Joint Condition on Concrete Strength

M. Hossein Jafari

Department of Civil Engineering, Taft Branch, Islamic Azad University, Taft, Iran

R. Poorhosseini *

Associate Professor of Civil Engineering Department, Yazd University, Yazd, Iran

M.A. Dashti Rahmatabadi

Assistant professor of civil Engineering Department, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran

Abstract

During the construction of concrete structures, delay time and improper casting sequence may lead to the creation of cold joints that would consequently affect the concrete strength. In this research, the effect of orientation angle and delay time characteristics of the cold joints on the concrete strength was investigated experimentally. Experiments were conducted on concrete cubic samples with the compressive strength, water to cement ratio and slump values equal to 30 MPa, 0.5 and 7 cm respectively. In this experiments, the orientation angle of cold joints with respect to horizontal were considered as 0°, 30°, 45°, 60° and 90° and delay times were considered as 15, 30, 60, 90 and 120 minutes. Then, the uniaxial compressive strengths and corresponding strains of the produced samples were measured. Based on the experiments, the results, a significant relationship between the compressive strength of concrete and angle and delay time of cold joints was identified, with the most suitable angle of the cold joint being at 0° and the most unsuitable angle being at 45°, providing the highest and the least compressive strengths respectively.

Keywords: cold joint, concrete compressive strength, casting delay time, cold joint angle.

* Corresponding Author: r_Porhoseini@yazd.ac.ir

